403—409 3458(11)

动物学研究 1997, 18 (4): 403—409 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research

西双版纳人工群落林土壤动物的旱季群落结构*

杨效东 张建侯
(中国科学院昆明生态研究所 昆明 650223)

S718.6, S154.5

A

摘要 本文对西双版纳热带雨林地区的3种不同类型人工群落林中的旱季(4月)土壤动物的种类组成和数量分布及土壤动物群落的多样性、均匀性、优势度和相似性进行了分析比较。蜱螨目和弹尾目是这3种人工群落林中土壤动物优势类群。土壤动物的垂直分布特点是表层多于底层，表聚现象明显。胶茶林土壤动物群落丰富度和个体数量最高，半人工次生林多样性和均匀性最好，优势度以人工多层林最高。人工多层林与半人工次生林土壤动物群落相似性最好。

森林动物 **关键词** 人工群落林，旱季，土壤动物，群落结构

作为热带北缘的我国西双版纳地区，由于长期缺乏合理的开发，加之自然灾害的影响，各类自然森林生态系统受到程度不同的破坏，导致系统的生物生产力下降，生物多样性减少。开展人工群落林的建设，是探索自然生态系统恢复和重建的方法之一，也是国际地圈-生物圈中不可缺少的研究内容。在本世纪60年代初期，中国科学院的植物学家在西双版纳地区，开展了人工生态群落林的建设试验研究，使热区资源开发中的经济效益和生态效益得到了较好的统一，为恢复和重建热带森林生态系统开辟了新途径。

土壤动物是人工生态系统不可分割的组成部分，它对系统内物质和能量的迁移、转化及土壤结构形成、改良均具有重要作用。邓晓保(1987，1994)先后对西双版纳热带雨林地区胶茶群落林土壤动物及其季节变化进行过报道。本文作者根据1991年4月的调查数据，报道了西双版纳州勐仑镇3种不同类型人工群落林中，旱季土壤动物群落结构的比较研究，以供建构人工群落林参考。

1 样地和方法

1.1 调查地点

调查点在西双版纳州勐仑镇的中国科学院昆明生态所西双版纳生态站，即北纬21°41′，东经101°25′，海拔600 m，属低山浅丘宽谷型地貌，为季风热带气候。全年平均温度21.4℃、年降雨量1556.8 mm，且多集中于7、8月份，旱季(11月—次年4月)降雨量一般为263.5 mm、约占年降雨量的17%，干湿季分明。干湿度的变化在物候及生态节律上有明显的反应，如在旱季，植物出现落叶和换叶现象。

* 中国科学院"八五"重点项目资助
本文1996年5月3日收到，同年10月3日修回

1.2 研究样地

所选3块样地分属3类人工群落林。样地植被状况如下:

Ⅰ号样地:人工多层群落林,群落高约20 m,分乔木和灌木、草本3个层次,盖度约85%。橡胶(*Hevea brasiliensis*)为上层乔木,催吐萝芙木(*Rauvolfia vomitoria*)、木奶果(*Baccaurea ramiflora*)为中层乔木,千年键(*Homalomena occulta*)、肾茶(*Clerodendranthus spicatus*)等为草本植物,藤本附生植物有香荚兰(*Vanilla planifolia*)、岩角藤(*Rhaphidophora* spp.)等。

Ⅱ号样地:胶茶群落二层林,群落高约20 m,盖度约60%。橡胶(*Heava brasiliensis*)为上层乔木(1977年种植,大小株行距为2 m×2.5 m×18 m),云南大叶茶(*Camellia sinesis* var. *assamica*)为下层灌木,种植于橡胶大行距间(1962年种植)。林地每年除草1—2次,并施用化肥(尿素和硫酸钾)约200 kg/hm^2。

Ⅲ号样地:半人工次生群落林,是热带季雨林被刀耕火种丢荒后经自然次生演替恢复起来的次生林,在林地内人工种植了一些树种,群落高度约为25 m,总盖度约75%,分乔木(2层)、灌木和草本4个层次,群落中岩豆树(*Millettia laptobotrya*)、蒲桃(*Syzygium* sp.)、印拷(*Castanopsis indica*)等为乔木层的优势种,铁屎米(*Canthium horridum*)、三角茜木(*Pr-ismatomeris tetrandra*)、九节木(*Psychotria henryi*)等为灌木层的优势种,草本植物极少,偶见有万年青(*Aglaonema pierreanum*)、马唐(*Digitaria sanguinalis*)等,藤本植物有酸果藤(*Amalocalyx yunnanensis*)、瓜馥木(*Fissistigma* sp.)等。

1.3 取样方法

在上述样地,按10 m×10 m各划出一块取样地,每块取样地按对角线法设置5个取样点,每个样点分3个土壤层(A层:0—5 cm;B层:5—10 cm;C层:10—15 cm)分别取样。每个样点每层取样面积为78.5 cm^2、容积为392.5 cm^3。所取土样用于漏斗(Tullger法)分离提取中小型土壤动物。另每块样地取2个50 cm×50 cm×5 cm土样用于手捡法提取大型土壤动物(由于条件所限,未做土壤线虫类)。标本取回后进行分类整理和数据统计。分类依据青木淳一(1973)、尹文英(1992)和钟觉民(1985)。数据统计用PC机处理。

土壤动物群落结构指标的测定,统一采用Shannon-Wiener多样性指数公式:$H'=\sum Pi\ln Pi$;Pielou均匀性指数公式:$j=H'/\ln s$;Simpson优势度指数公式:$C=\sum(ni/N)^2$;Jaccard相似性指数公式:$q=C/a+b-c$进行计算。

2 研究结果

2.1 土壤动物种类与数量组成

3块样地共采集土样45个,土样容积17662.5 cm^3,取土面积3532.5 cm^2,获得各类土壤动物8112头,分属21目,51个种。结果详见表1。

由表1可看出,在3块样地中,蜱螨目和弹尾目所占全捕量的比例最大,2目占总数的86.92%(7051头),为优势类群;综合目、鞘翅目、膜翅目和双翅目次之,4目占总数的8.80%(714头),且每目占总数比例大于1.00%,为常见类群。6目共占总数的95.72%,它们数量多、分布广,构成3种类型人工群落林中土壤动物群落的基本成分。其余15目为稀有类群,仅占总数的4.28%,它们不但个体数量少,且有的种类仅分布于

1—2 个生境。

就优势类群和常见类群在各样地中的数量组成分析得出，它们虽然分布在各个生境，但存在不同程度的差异，其排列结果为：Ⅰ号样地：弹尾目＞蜱螨目＞膜翅目＞双翅目＞鞘翅目＞双尾目＞综合目；Ⅱ号样地：蜱螨目＞弹尾目＞双尾目＞膜翅目＞双翅目＞综合目＞鞘翅目；Ⅲ号样地：蜱螨目＞弹尾目＞膜翅目＞综合目＞鞘翅目＞双尾目＞双翅目。常见类群、稀有类群的种类和数量在各样地分布的差异较为明显，如有的类群在某一生境可视为常见类群，而在另 2 个生境则为稀有类群。

表 1　3 块样地土壤动物群落组成与数量统计(1991、4)

Tab.1　The composition and individuals of soil animal in three plots

类群	Ⅰ			Ⅱ			Ⅲ				
	个体数量(头)	占本样地总数(%)	占全捕量总数[1)](%)	个体数量(头)	占本样地总数(%)	占全捕量总数(%)	个体数量(头)	占本样地总数(%)	占全捕量总数(%)	个体数量(头)	占全捕量总数(%)
拟蝎目 Pseudoscorpiones	1	0.14	0.01	18	0.34	0.22	25	1.22	0.31	44	0.54
蜘蛛目 Araneae	1	0.14	0.01	34	0.63	0.42	1	0.05	0.01	36	0.44
蜱螨目 Acarina	141	20.26	1.74	2890	53.85	35.62	802	39.14	9.89	3833	47.26
石蜈蚣目 Lithobiomorpha				8	0.15	0.10	8	0.39	0.10	16	0.20
地蜈蚣目 Geophilomorpha							11	0.54	0.14	11	0.14
四蝎线目 Tetramerocerata				6	0.11	0.07				6	0.07
综合目 Symphyla	2	0.29	0.03	64	1.19	0.79	60	2.93	0.74	126	1.55
圆马陆目 Sphaerotherida							16	0.78	0.20	16	0.20
原尾目 Protura				26	0.48	0.32	8	0.39	0.10	34	0.42
弹尾目 Collembola	479	68.82	5.91	1685	31.40	20.77	710	34.65	8.75	2874	35.43
双尾目 Diplura	7	1.01	0.09	327	6.09	4.03	45	2.20	0.56	379	4067
石蛃目 Microcoryphia							8	0.39	0.10	8	0.10
直翅目 Orthoptera				12	0.22	0.15	3	0.15	0.04	15	0.19
等翅目 Isoptera				23	0.43	0.28				23	0.28
缨翅目 Thysanoptera	6	0.86	0.07	56	0.99	0.69	8	0.39	0.10	70	0.86
鞘翅目 Coleoptera	8	1.15	0.10	38	0.71	0.47	53	2.59	0.65	99	1.22
膜翅目 Hymenoptera	32	4.60	0.40	87	1.62	1.07	280	13.67	3.45	399	4.92
鳞翅目 Lepidoptera	8	1.15	0.10	12	0.22	0.15	1	0.05	0.01	21	0.26
双翅目 Diptera	10	1.44	0.12	70	1.30	0.86	10	0.49	0.12	90	1.11
同翅目 Homoptera				11	0.21	0.14				11	0.14
革翅目 Dermaptera	1	0.14	0.01							1	0.01
小　计	696	100	8.58	5367	100	66.16	2049	100	25.26	8112	100

1) 全捕量(总数)为 8112 头(the total: 8112)。

2.2　土壤动物类群和数量的空间分布

2.2.1　水平分布　3 块样地中，土壤动物类群组成是：Ⅲ(18 目)＞Ⅱ(17 目)＞Ⅰ(12 目)；

数量组成为：Ⅱ(5367 头)＞Ⅲ(2049 头)＞Ⅰ(696 头)。从各样地土壤动物类群和数量组成情况看，优势类群、常见类群和稀有类群的组成及数量分布均各有不同：Ⅰ号样地优势类群：弹尾目＞蜱螨目(占样地总数 89.08%)；常见类群：膜翅目＞双翅目＞鞘翅目、鳞翅目＞双尾目＞缨翅目(占样地总数 10.21%)；其余 4 目为稀有类群。Ⅱ号样地优势类群：蜱螨目＞弹尾目(占本样地总数 85.25%)；常见类群：双尾目＞膜翅目＞双翅目＞综合目＞缨翅目＞鞘翅目＞蜘蛛目(占本样地总数 11.63%)；其余 8 目为稀有类群。Ⅲ号样地优势类群：蜱螨目＞弹尾目＞膜翅目(占本样地总数 87.46%)；常见类群：综合目＞鞘翅目＞双尾目＞拟蝎目＞圆马陆目＞地蜈蚣目(占本样地总数 10.07%)；其余 8 目为稀有类群。土壤动物的类群和数量组成结果表明，3 块样地中，优势类群少，但其个体数量占样地总数的比例高。Ⅲ号样地，土壤动物优势类群目数多于其他 2 块样地。

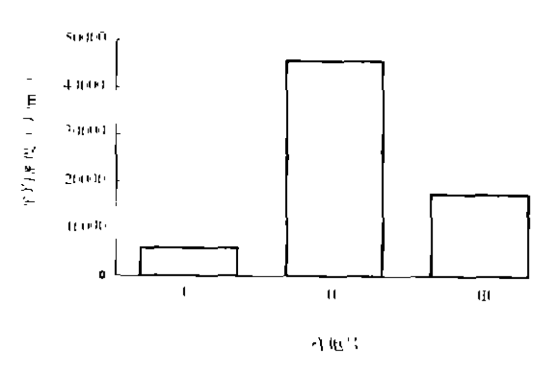


图 1 3 块样地土壤动物数量的平均密度
Fig.1 Average density of soil animals in three plots

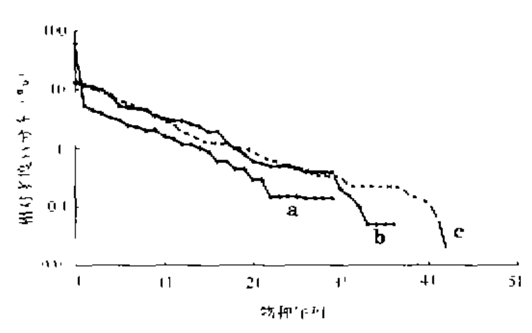


图 2 3 块样地土壤动物群落种-多度分布图
Fig.2 Distribution of soil animals species-abundance in three plots
a.人工多层群落林土壤动物群落(Soil animal communities in the man-made multi-layer community)；
b.半人工次生林土壤动物群落(Soil animal communities in the secondary forest)；
c.胶茶群落林土壤动物群落(Soil animal communities in the rubber-tea community)。

从土壤动物密度显示，各块样地中，单位面积内的土壤动物个体数量均较大，见图 1。

两个优势类群在各样地中的平均密度更大，统计表明：Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ号样地蜱螨目分别为 1198 头／m^2、24554 头／m^2 和 6814 头／m^2；弹尾目分别为 4070 头／m^2、14316 头／m^2 和 6023 头／m^2。

从 3 块样地土壤动物个体数量和平均密度的比较看出，Ⅱ号样地明显高于其他 2 块样地。

2.2.2 垂直分布 对 3 块样地所采土壤动物类群和数量进行分层统计，结果见表 2。

由表 2 可见，在 3 块样地中，土壤动物类群及其个体数量均呈现一定的垂直分布规律，表现为：A 层＞B 层＞C 层，A 层个体数占总数的 73.78%，B 层占 20.06%，C 层占 6.16%，有明显的表聚现象。同时，我们也看到，在不同的样地中，同一类土壤动物的垂直分布则可能有所不同。例如，在Ⅱ号样地，双尾目个体数量的垂直分布顺序为 A 层＞B 层＞C 层，而在Ⅲ号样地则为 C 层＞B 层＞A 层。此外，各层土壤动物的个体数所占本样地总数的比例，在不同样地的相同土壤层也有较大差异。在Ⅱ号样地，其 A 层土壤动物个体数占该样地三层总数的 82.15%，B 层占 16.34%，C 层仅占 1.51%，数量的垂直分布差异悬殊；而Ⅰ、Ⅲ号样地中，土壤动物各层数量所占本样地总数的比例差距相对较

小。从土壤动物类群数在各样地的垂直分布特点看，Ⅰ、Ⅱ号样地表现出C层与A、B层分布的类群数差异较大，而Ⅲ号样地各土壤层中，土壤动物类群数的分布比较均匀。

表2　3块样地土壤动物群落的垂直分布

Tab.2　The vertical distribution of species and numbers of soil animals in three plots

样地号	土壤层	类群数 (目)	个体数 (头)	占本样地总数 (%)	密度 (头/m²)	占全样总数 (%)
Ⅰ	A	12	341	48.99	8688	4.20
	B	8	225	32.33	5733	2.77
	C	2	130	18.68	3312	1.60
Ⅱ	A	15	4409	82.15	112331	54.35
	B	13	877	16.34	22599	10.81
	C	7	81	1.51	2063	1.00
Ⅲ	A	13	1235	60.27	31465	15.22
	B	10	525	25.62	13375	6.47
	C	11	289	14.10	7363	3.56

3　群落结构

3.1　多样性、均匀性、丰富度和优势度

3块样地中，土壤动物群落的多样性、均匀性、丰富度和优势度结果见表3。

3块样地土壤动物群落多样性和均匀性指数的比较结果为：Ⅲ＞Ⅱ＞Ⅰ，而其丰富度指数为：Ⅱ＞Ⅲ＞Ⅰ，优势度指数为：Ⅰ＞Ⅲ＞Ⅱ。为说明环境因素对土壤动物群落结构的影响，作出3种类型土壤动物群落种-多度分布曲线，见图2。Ⅰ号样地土壤动物群落种-多度分布曲线上，第1个种的多度相对百分值与其他种的差距甚大，表明群落优势度大(优势种占样地总数的60%)，而种类和数量较低。Ⅱ号样地和Ⅲ号样地土壤动物群落种-多度曲线值比较接近，曲线表现较为平缓，说明该两种土壤动物群落的优势种突出程度不大，并且Ⅱ号样地中土壤动物种类数多于Ⅲ号样地。

表3　3块样地土壤动物群落结构的主要指标

Tab.3　The main indexes of communities structure of soil animals in three plots

样地号	H	S	J	c
Ⅰ	1.868	35	0.525	0.375
Ⅱ	2.948	49	0.758	0.075
Ⅲ	2.970	40	0.805	0.094

3.2　群落相似性

对3块样地土壤动物群落的相似程度进行分析，结果表明：Ⅰ号与Ⅲ号样地，土壤动物群落之间相似程度最高($q=0.88>0.85$)，其次是Ⅱ号与Ⅲ号样地($q=0.82<0.85$)，Ⅰ号与Ⅱ号样地的相似程度较差($q=0.71<0.8$)。

4　讨论

4.1　3种类型人工群落林旱季(4月)土壤动物群落中，均以蜱螨目(尤其是甲螨亚目

(Oribatida)和粉螨亚目(Acaridida))和弹尾目为优势类群。邓晓保(1987, 1994)对胶茶林土壤动物的调查也有相同结果。根据青木淳一(1973)、尹文英等(1992)关于土壤动物食性分析研究认为，甲螨亚目、粉螨亚目、弹尾目在土壤生态系统中为中型分解者，直接以植物遗体和微生物为食，而在西双版纳旱季，许多植物正处于落叶和换叶时期(人工群落林亦然)，林地内落叶多，大量的落叶为蜱螨目和弹尾目提供了丰富的食物，可能是其所以形成巨大数量的重要原因。

4.2 3 种类型人工群落林中，旱季土壤动物群落的优势类群数量组成特点是：胶茶群落林中，蜱螨目占样地总数最大，为 50%以上，弹尾目占 30%左右；人工多层群落林中，弹尾目数量最多，占样地总数的 50%，蜱螨目占 30%；半人工次生林中，蜱螨目和弹尾目数量相近，均占样地总数的 35%左右，且膜翅目中的小型蚂蚁占有一定比例，成为优势类群。何以呈现此种差异，有待进一步研究。此外，前述土壤动物在 3 种类型人工群落林中的垂直分布，一方面呈现出明显的 A 层>B 层>C 层带规律性的分布；另一方面，3 种人工群落林不同土壤层的动物数量结构又表现出一定差异：在胶茶林中，动物表聚现象特别突出，而在人工多层林和半人工次生林，其各土壤层的动物数量差距相对较小。初步分析这一现象，可能与不同人工群落林结构的复杂程度和人为干预程度有关，尚待进一步研究证实。

4.3 3 种不同类型人工群落林中，旱季土壤动物群落在优势种的种类数和数量组成上，均有各自的特点。人工多层林土壤动物群落优势种的种类少，但在数量上表现很突出，动物数量多集中于优势种，群落多样性和均匀性较差。胶茶群落林和半人工次生林中，土壤动物群落的优势种类多，个体数分布较均匀，胶茶林土壤动物群落的丰富度和个体数量虽多于半人工次生林，但均匀性低于半人工次生林。因多样性是丰富度和均匀性二者的函数，故半人工次生林土壤动物群落的多样性较胶茶林好，稳定性高，而稳定性高又是土壤肥力的重要标志。人工多层林土壤动物群落与半人工次生林的相似性最高，提示人工多层林土壤动物群落的发育趋向于次生林。

致谢 本文得到中国科学院昆明生态研究所植物生态室主任曹敏先生、中国科学院昆明动物研究所数据库中心主任况荣平先生指导，谨此致谢。

参 考 文 献

丁岩钦，1994. 昆虫数学生态学. 北京：科学出版社. 437—466.

邓晓保，1987. 热带胶茶群落中土壤动物的初步调查. 生态学杂志，6(2)：18—20.

邓晓保，1994. 热带胶茶人工群落中土壤动物季节变化的研究. 生态学杂志，13(5)：31—34.

尹文英、杨逢春、王振中等，1992. 中国亚热带土壤动物. 北京：科学出版社. 1—618.

西双版纳自然保护区综合考察团编，1987. 西双版纳自然保护区综合考察报告集. 昆明：云南科技出版社. 3—8.

青木淳一，1973. 土壤动物学. 东京：北隆馆.

金翠霞，1981. 群落多样性测定及其应用的探讨. 昆虫学报，24(1)：28—33.

钟觉民，1985. 昆虫分类图谱. 南京：江苏科学技术出版社. 1—318.

COMMUNITY STRUCTURE OF SOIL ANIMALS IN MAN-MADE PLANT COMMUNITIES IN DRY SEASONS IN XISHUANGBANNA

Yang Xiaodong Zhang Jianhou

(*Kunming Institute of Ecology, the Chinese Academy of Sciences, Kunming* 650223)

Abstract

Soil animal communities were investigated in three different man-made plant communities in dry season (April), 1991. Species composition, the number of individuals, the dominance, evenness, diversity and similarity coefficient of soil animal communities were analysed. The results showed that Acarina and Collembola were the dominants in the three plots. The character of vertical distribution of soil animals was that the individuals and spieces of soil animal on the ground are more than those in the soil. The rubber-tea community had the highest both in species and individual numbers. The secondary forest showed the highest diversity and evenness. The highest dominance occured in the man-made community with multi-layer structure. The similarity coefficient between the soil animal communities in the man-made with multi-layer community and the secondary forest is the highest one.

Key words Man-made plant communities, Dry seasons, Soil animals, Community structure